

首都高速道路の 非常時の交通運用に関する研究

羽鳥 隼貴¹・田中 伸治²・中村 文彦³
有吉 亮⁴・三浦 詩乃⁵

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 土木工学棟)

E-mail:hatori-junki-hf@ynu.jp

²正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 土木工学棟)

E-mail:stanaka@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学 理事・副学長

⁴正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 特任准教授

⁵正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 助教

首都高速道路では一日に約130件の交通事故・車両故障等の、事前にその発生を予測することが困難な「突発事象」が発生している。それらは時に長時間の通行止めを引き起こし、大規模な渋滞につながることもある。しかし、突発事象が原因の渋滞に対する交通運用策は実務上で十分に確立されておらず、学術的な知見も不足している。

そこで本研究は平成27年度に発生した突発事象が原因の大規模な通行止めを対象に、首都高速道路(株)提供の車両感知器データ及び広域交通シミュレーションシステム「SOUND」を用いた突発事象発生時の渋滞に効果的な交通運用策の提案を目的とする。

Key Words : *traffic management, traffic simulation, incident management*

1. はじめに

(1) 研究背景

首都圏における都市高速道路である首都高速道路では、一日約130件の交通事故・車両故障・落下物処理といった、「突発事象」が発生している¹⁾。それらは時に長時間の通行止めを引き起こし、大規模な渋滞へつながることがある。たとえば、平成27年度における3時間以上の突発事象が原因の通行止めは11件発生し、その内4件は7時間以上に及ぶとりわけ大きな通行止めであった。(表-1)

これは、一般道より高い水準の速達性が要求される都市高速道路においては大きな課題である。一般的に、交通渋滞は突発事象が原因で生じる「突発渋滞」と、サグ部やトンネル部に交通需要が集中することが原因で生じる「交通集中渋滞」の二種類に分けられるが、交通集中渋滞はその発生の事前予測や対応策が数多くある一方で、

突発渋滞はその発生を予測することが困難かつ発生後の対応策も十分に確立されていない。たとえば交通集中渋滞については、過去の統計を用いることによって渋滞発生箇所やその時間帯を事前に予測することが可能となっている。

実際に首都高速道路では渋滞予想カレンダーによる混雑日の広報を行っており、渋滞頻度の多い場所についてはエスコートライトを設置をするなど、事前に渋滞を防ぐための取り組みが行われている。その一方で突発渋滞に対しては、その発生を事前に予測することは困難であるために、高機能舗装の採用やJCT合流部の車線改良を行うなどの事故防止への取り組みに止まっている²⁾。依然として事故発生後の効果的な流入規制や車線規制等の交通運用策の確立は課題となっている。

表-1 所要時間3時間以上の通行止め一覧(平成27年度)

| 年度 | 月日 | 所要時間 | 原因 |
|------|--------|------|--------------------|
| 平成27 | 4月27日 | 5:31 | 海上コンテナトレーラーの事故 |
| | 7月11日 | 7:30 | 二輪車の転倒→横過事故 |
| | 8月3日 | 3:39 | 普通貨物車の横転事故 |
| | 10月16日 | 7:23 | 落下物清掃 |
| | 10月29日 | 5:49 | 施設接触から横転事故 |
| | 11月17日 | 3:30 | 普通貨物車の単独火災 |
| | 12月7日 | 3:27 | 普通貨物車と大型貨物車の追突死亡事故 |
| | 12月21日 | 8:42 | トレーラー車両火災 |
| | 12月23日 | 3:36 | セミトレーラー施設接触事故→高架落下 |
| | 1月12日 | 0:37 | 多重追突死亡事故 |
| | | 7:55 | |
| | 3月19日 | 3:26 | 大型貨物と自動二輪の追突の横過事故 |

(2) 既存研究の整理

a) 突発事象の定義

アメリカでは、連邦道路管理局：Federal Highway administration (FHWA) が「Traffic Incident Management Handbook (TIM Handbook)」を発行している。交通事故や車両故障を⁴TIM Handbookでは“Incident”として、以下のように定義している。

“突発事象”とは、再び起こることは稀である交通容量の減少や急激な交通需要の増加をもたらすような事象であると定義される。そのような事象は例えば、交通事故、車両故障、積荷の流出、高速道のメンテナンスや再建設といった交通容量の減少に関わるものや、野球の試合やコンサート等の、急激な交通需要の増加をもたらすものなどがある。そのいずれも、交通運用に極めて大きな影響をあたえる。(Chapter1.3 The problem)

イギリスでは、⁵Highways England Co.Ltd.が、2009年当時 Highways Agency(HA)として出版したNetwork Management Manualにて突発事象を、路上で事前に予測の出来ないクリティカルと、イギリス国民の福祉や環境、安全保障に打撃を伴うメジャーの2つのタイプがあると定義づけた。HAが対象とするクリティカル事象には、死傷事故や交通違反に関係しない車両衝突事故、偶発的な事故等によって発生する交通渋滞、故障車や落下物によって生じる車線閉塞などがある。

以上のことから、アメリカ・イギリスの道路当局はどちらも突発事象を、発生する確率は小さいが、事前に予測する事が困難かつ、一度発生するとネットワーク全体に対して大きな影響を与える事象であると定義している。

b) TIMサイクル

FHWAは、突発時から平常時に至るまでの運用のサイクルを“⁴INCIDENT MANAGEMENT ACTIVITIES”として、以下のように説明している。

- ①Detection(検知)：車両感知器アルゴリズムや専門家及び市民からの連絡による、事故を検知するプロセス
- ②Verification(照合)：CCTVやパトロール隊を用いた突発

事象の特性・場所・重大性の照合、対応可能な要員・資材の決定と招集

③Motorist Information(運転者の情報)：可変式道路情報版やラジオを用いての事故に関する情報を道路を利用する運転者へ頒布させる

④Response(反応)：事故発生後に、人員と設備を派遣させ、現場でのマネジメント作業へと移るプロセス

⑤Site Management(現場マネジメント)：事故の正確な評価と作業の優先順位の決定、適切な機関および団体への通知および調整、明確なコミュニケーションを維持

⑥Traffic Management(交通マネジメント)：交通管理を支援するための適切な人員(警察,サービスパトロール)を配置し、ランプ・メーターやレーン・コントロール・サインの積極的な利用、代替ルートの指定、開発、運用

⑦Clearance(クリアランス)：事故等で損傷したインフラを修復し、道路を平常時の状態へと復元するプロセス

c) 研究動向

突発事象に関する研究は、車両感知器を用いた検知アルゴリズムに関する研究や、事故発生時の交通状況を再現するシミュレーションモデルに関する研究、そして事故発生後の交通運用に関する研究が存在する。

⁶Chung(1998)らは、複数のアルゴリズムから最も事故検知率の高いものと、誤検出率の低いものの性能比較を行った。その結果、最も検出率の高いものがCalifornia algorithmで、誤検出率が最も低いものが首都高速道路で用いられるアルゴリズムであることが分かっている。

また⁷朝倉らは、平常時を対象に開発された交通ネットワークシミュレータを改良し、突発事象時の旅行時間予測に適用できるようモデルを拡張した。首都高速道路川口線、3号渋谷線を対象に再現性の検証を行ったところ、本線料金所以降の渋滞発現が若干異なるものの、渋滞・混雑状況の予測精度は真値±10分を閾値とした旅行時間的中率で83%という結果だった。

⁸中田らは、過去の突発事象に対する交通運用の効果の評価するシステムを、推計ランプ間OD交通量と実際の突発事象によるリンク容量を入力とした交通シミュレーションを用い、阪神高速3号神戸線を対象に複数の仮想的な交通運用方策による混雑状況の比較を行った。そこで高速道路を複数回出入りしても料金が同じか、2回目以降の追加料金が安くなる方策を評価したところ、一定の混雑緩和効果を持つことと、その一方で、過剰な出入りを許容するとオフランプにおける渋滞によってその効果が減衰してしまうことがわかっている。

2. 研究手法

(1). 対象日の選定

本研究では首都高本線上で大規模通行止めが発生した日と、そうでない日との比較分析を行った。首都高速道路(株)へのヒアリングを通じて、全線での渋滞損失時間が最も大きい平成27年10月16日と、10分あたりの渋滞損失時間が最も大きい平成28年3月4日を研究対象日として選定した(表-2参照)。

またそれぞれの対象日と比較を行う、通行止めが発生しなかった日時については、日交通量(万台/日)が近く、かつ曜日が同じである日時を条件として、平成27年10月2日(金)と平成28年2月19日(金)をそれぞれ比較対象日として選定した(表-3,表-4参照)。

表-2 研究対象候補日一覧

| 年度 | 月日 | 所要時間 | 線での渋滞損失時間(台・時) | | 箇所または区間 | |
|------|--------|--------------------|----------------|--|--------------------------------|------------------|
| | | | 合計(*) | 10分あたり | | |
| 平成27 | 4月27日 | 5:31 | 30521.5 | 676.8 | 都心環状線竹橋JCT-5号線(下) 熊野町JCT合流 | |
| | 10月16日 | 7:23 | 59369.8 | 1054.5 | 大橋JCT(3号-中環) | |
| | 12月7日 | 3:27 | 25694.1 | 785.8 | 5号線(下) 高島平-美女木JCT | |
| | 12月23日 | 3:36 | 7665.5 | 228.1 | 中環(外) 葛西JCT分流-湾岸線(西行き) 葛西JCT合流 | |
| | 1月12日 | 0:37 | 7:55 | 35735.8 | 565.4 | 中環(外) 西池袋出口-高松入口 |
| | | 中環(外) 大橋JCT分流-高松入口 | | | | |
| 3月4日 | 2:01 | 36743.3 | 1524.6 | 4号(上) 西新宿JCT内分流-中環(外) 西新宿JCT合流 3号(上下) 大橋JCT分流-中環(内外) 大橋JCT合流 中央環状線(外) 大井JCT-高松入口、 同(内) 熊野町JCT-大井JCT | | |

表-3 平成27年10月16日との比較候補日一覧

| 整理番号 | 年 | 月日 | 曜日 | 全線での渋滞損失時間(台・時) | | 備考 |
|------|---|--------|----|-----------------|--|-----------|
| | | | | 合計(*) | | |
| ④ | | 10月16日 | | 128188.2 | | 事故による通行止め |
| 比較候補 | A | 10月2日 | 金 | 63219.2 | | 第1候補 ※ |
| | B | 10月9日 | | 114815.8 | | 3連休前の金曜日 |
| | C | 10月23日 | | 87753.7 | | 第2候補 |
| | D | 10月30日 | | 80218.6 | | |

表-4 平成28年3月4日との比較候補日一覧

| 整理番号 | 年 | 月日 | 曜日 | 全線での渋滞損失時間(台・時) | | 備考 |
|------|---|-------|----|-----------------|--|-----------|
| | | | | 合計(*) | | |
| ⑫ | | 3月4日 | | 82505.6 | | 事故による通行止め |
| 比較候補 | a | 2月19日 | 金 | 93642.3 | | 第1候補 |
| | b | 2月26日 | | 99060.9 | | |
| | c | 3月11日 | | 95897.8 | | 第2候補 |
| | d | 3月18日 | | 165344.6 | | 3連休前の金曜日 |
| | e | 3月25日 | | 158248.3 | | 年度末最後の金曜日 |

(2). 使用モデル

本研究では、東京大学生産技術研究所で開発されたSOUND(Simulation on Urban road Network with Dynamic route choice)を用いる。SOUNDは数km~数100km規模の広域道路ネットワークにおける面的な施策評価に適用可能な広域道路網交通流シミュレーションシステムで、事故や工事による車線閉塞、道路通行止めなどの交通規制を設定可能かつ、ランプ流入制御や可変合流車線、エリアプライシング施策といった各種交通運用施策を設定可能である。本研究ではこのシミュレータを用いて、突発事象に

よる大規模通行止め発生時の交通運用施策の評価を行う。

3. 車両感知器データを用いた現況分析

研究対象日について、首都高速道路(株)より車両感知器データを提供していただいた。感知器データには、平成27年10月2日(金)、平成27年10月16日(金)、平成28年2月19日(金)、平成28年3月2日(金)の計4日間の首都高速道路全線における5分間交通量、平均速度が含まれている。感知器データは首都高速道路が管理する区間管理番号に従って分類されており、その区間管理番号毎の交通量や速度を参照することができる。その結果、区間管理番号による詳細な通行止め区間は、10月16日においては区間管理番号34-01-01~34-01-05であり、3月4日については区間管理番号34-01-05, 34-02-01~34-02-06であった。図-1および図-2は、3号渋谷線の1つの区間管理番号(大橋JCT外回り)における平成27年10月16日の交通量と速度をそれぞれ示したグラフであり、図中の赤枠部は、通行止め時間の範囲を明示したものである。

この日は落下物とそれに伴う清掃のため14:17~21:40までの間に通行止めを実施している。図-2において、通行止め時間内にも関わらず車両速度を検知しているが、16:05、17:45、20:00、21:20に1~3(台/5分)の交通量が存在しているため、事故処理に携わる緊急車両である可能性が高い。

現在、首都高速道路ネットワーク全体における事故が原因の交通量・速度の変化を把握するため、GISを用いた5分間交通量・平均速度の属性を持つ道路ネットワークデータの作成を行っている。図-3および図-4は、平成27年10月16日(金)高速3号渋谷線(上り)における、14:20~14:25の交通量および平均速度を示したものである。交通量や速度はそれぞれ緑~赤のカラーランプを用いた5つの分類で描画されている。緑色は交通量・速度の値が大きいことを意味しており、赤色は交通量・速度の値が小さいことを意味している。3号渋谷線単体でみると、交通量・平均速度の低下が最も著しいのは用賀エリアであるといえる。今後首都高全線で本ネットワークデータを作成し、事故の影響範囲について、一般道を迂回に用いたことによる交通量の減少の有無や、平時における同区間の交通量との比較を行う予定である。

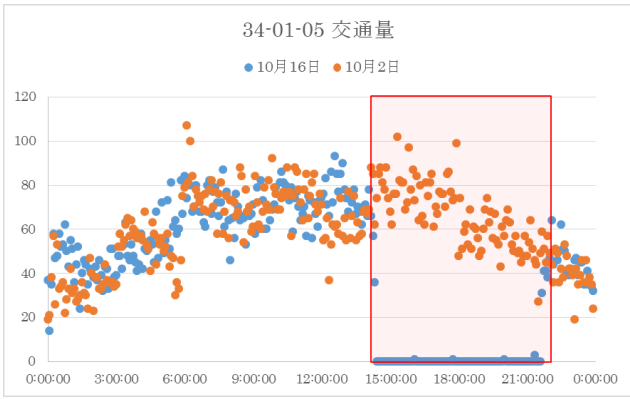


図-1 大橋JCT外回り 交通量比較

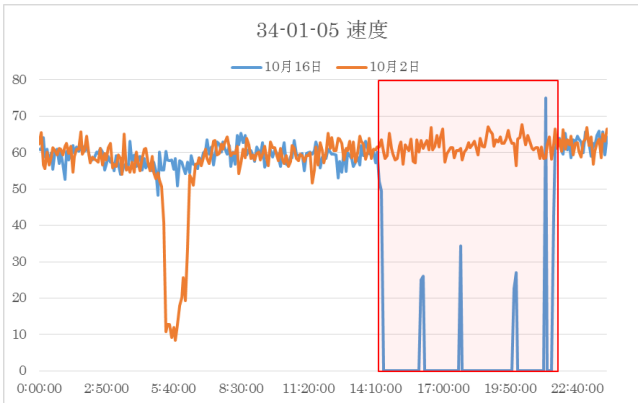


図-2 大橋JCT外回り 平均速度比較

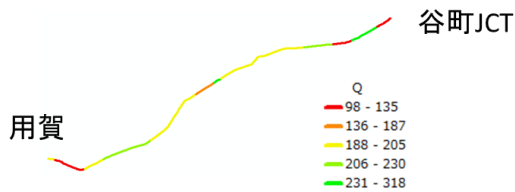


図-3 通行止め実施時3号渋谷線(上り)交通量

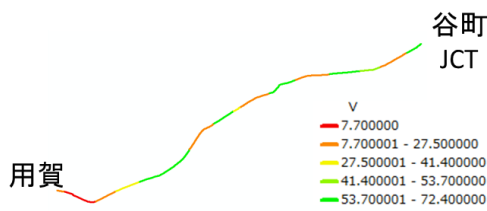


図-4 平常時3号渋谷線(上り)平均速度

4. おわりに

今後は首都高速道路全線におけるネットワークデータの作成を行い、事故発生時および平時の現況分析を行うとともに、交通シミュレーションソフトを用いた交通運用施策の評価を行う予定である。

謝辞: 本研究を行うにあたって、首都高速道路株式会社様より、研究対象日の選定および車両感知器データの提供して頂いた。ここにその謝意を表明させていただく。

参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社：事故・故障・落下物の現状について（平成 26 年度）
- 2) 首都高速道路株式会社：首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会(第 1 回委員会資料)
- 3) 首都高速道路株式会社：首都高の取り組み 渋滞対策.
- 4) Federal Highway administration : Traffic Incident Management Handbook Chapter1.3 The problem P.7
- 5) Highways Agency(HA) : Network Management Manual
- 6) エドワード チャン, 桑原 雅夫, 吉井 稔雄(1998) : 「車両感知器データを用いた異常事象自動検出手法の比較分析」生産研究 Vol. 50 (1998) No. 9 P 329-332.
- 7) 朝倉康夫,井料隆雅, Chong Wei,NguyenXuanLong, 桑原雅夫,赤松隆,割田博,北澤俊彦(2013) : 都市高速道路における突発事象時の最適交通運用についての研究開発
- 8) 中田 諒, 安田 昌平, 井料 隆雅, 朝倉 康夫 : 実データを基にした交通流シミュレーションによる高速道路上の突発事象マネジメントの評価

(?受付)

A study of the traffic management scheme during incidents in Tokyo Metropolitan Expressway

Junji HATORI, Shinji TANAKA, Fumihiko NAKAMURA
Ryo ARIYOSHI, Shino MIURA

The number of incidents in Tokyo Metropolitan Expressway is about 130 per day. However, according to interviews with Tokyo Metropolitan Expressway Co., Ltd. and previous studies the existing traffic management schemes during incidents seem not to be enough, because traffic congestion caused by incidents is difficult to anticipate. Therefore, the objective of this study is to identify the traffic management scheme during traffic incidents.

In this study, we chose two days when significant incidents occurred. For each of these days, we chose reference dates that are normal condition and closer to the traffic condition as the comparison target. After that, we analyzed traffic condition in Tokyo Metropolitan Expressway using GIS software. We also evaluated traffic management scheme during incidents using the mesoscopic traffic simulation software.